

DEVICE AND METHOD FOR DISPLAYING TEXTURE AND RECORDING MEDIUM

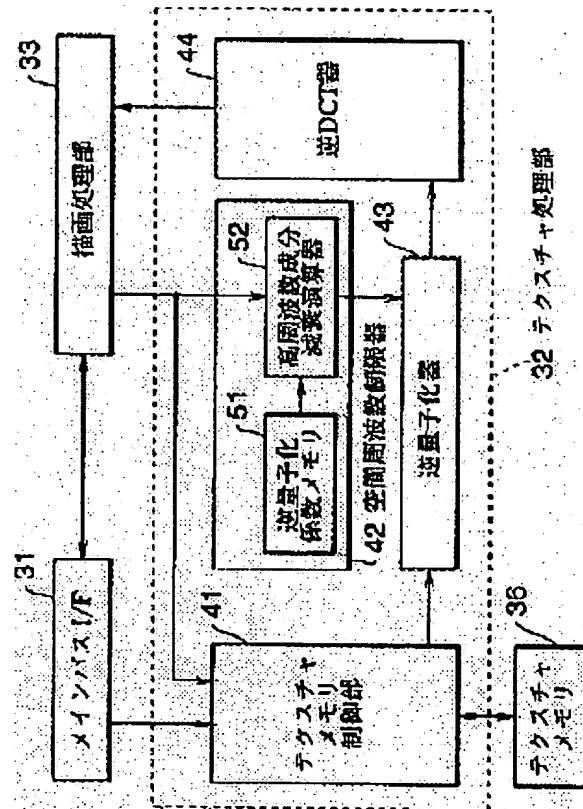
Patent number:	JP2001126084
Publication date:	2001-05-11
Inventor:	SHIMIZU YUSUKE
Applicant:	SEGA CORP
Classification:	
- international:	G06T15/00; G06T3/40; G06T11/00; H04N1/393
- european:	
Application number:	JP19990307205 19991028
Priority number(s):	

Report a data error here

Abstract of JP2001126084

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress aliases when a texture is reduced and displayed and to reduce the capacity of the data quantity of texture data.

SOLUTION: This texture display device is provided with a storing part 36 for orthogonally transforming each spatial frequency component and storing quantized texture data, inversely quantizing parts 42 and 43 for setting the value of an inversely quantization coefficient equivalent to the high frequency component of the texture data to be a small value in accordance with the reduction ratio of the texture when the texture is displayed to execute inverse quantization so as to attenuate the high frequency component, an inverse transformation part 44 for inversely transforming the texture data and display parts 33, 35 and 38 for displaying the texture by desired supplement processing.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-126084
(P 2 0 0 1 - 1 2 6 0 8 4 A)
(43) 公開日 平成13年5月11日 (2001.5.11)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テマコード (参考)
G06T 15/00		H04N 1/393	5B057
3/40		G06F 15/72	450 A 5B080
11/00		15/66	355 A 5C076
H04N 1/393		15/72	350

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願平11-307205

(22) 出願日 平成11年10月28日 (1999.10.28)

(71) 出願人 000132471

株式会社セガ

東京都大田区羽田 1 丁目 2 番12号

(72) 発明者 清水 祐介

東京都大田区羽田 1 丁目 2 番12号 株式会
社セガ・エンタープライゼス内

(74) 代理人 100079108

弁理士 稲葉 良幸 (外2名)

Fターム(参考) 5B057 AA20 CA12 CA16 CB16

CD05 CE06 CE08 CG05

5B080 AA13 BA00 DA00 FA08 GA22

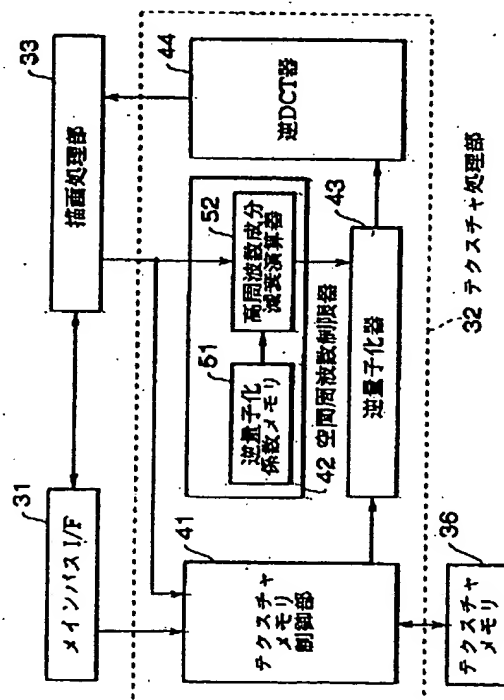
5C076 AA12 AA22 BA06 BB40

(54) 【発明の名称】 テクスチャ表示装置、テクスチャ表示方法及び記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 テクスチャを縮小表示する際のエイリアスの抑制とテクスチャデータのデータ量の少量化を図る。

【解決手段】 本発明のテクスチャ表示装置は空間周波数成分毎に直交変換し、さらに量子化したテクスチャデータを記憶する記憶部 (36)、テクスチャを表示する際にテクスチャデータの高周波数成分に相当する逆量子化係数の値をテクスチャの縮小比率に対応して小さい値に設定することで当該高周波数成分を減衰するように逆量子化を行う逆量子化部 (42、43)、当該テクスチャデータを逆変換する逆変換部 (44)、及び所望の補完処理でテクスチャを表示する表示部 (33、35、38) を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空間周波数成分毎に直交変換されたテクスチャデータを記憶する記憶部、テクスチャを表示する際に前記記憶部からテクスチャデータを読み出し、テクスチャの縮小比率に対応してテクスチャデータの高周波数成分を減衰処理する減衰処理部、高周波数成分が減衰処理されたテクスチャデータを逆変換する逆変換部、及び所望の補完処理でテクスチャを表示する表示部を備えるテクスチャ表示装置。

【請求項2】 前記減衰処理部はテクスチャに対して互いに直交するXY方向を規定し、テクスチャのX方向の縮小比率及びY方向の縮小比率に対応してそれぞれ独立にX方向及びY方向のテクスチャデータの高周波数成分を減衰処理する請求項1に記載のテクスチャ表示装置。

【請求項3】 前記減衰処理部はテクスチャの縮小比率が大きい程、より多くの高周波数成分を減衰処理する請求項1又は請求項2に記載のテクスチャ表示装置。

【請求項4】 空間周波数成分毎に直交変換し、さらに量子化したテクスチャデータを記憶する記憶部、テクスチャを表示する際に前記記憶部からテクスチャデータを読み出し、テクスチャデータの高周波数成分に相当する逆量子化係数の値をテクスチャの縮小比率に対応して小さい値に設定することで当該高周波数成分を減衰するように逆量子化を行う逆量子化部、高周波数成分が減衰処理されたテクスチャデータを逆変換する逆変換部、及び所望の補完処理でテクスチャを表示する表示部を備えるテクスチャ表示装置。

【請求項5】 前記逆量子化部はテクスチャに対して互いに直交するXY方向を規定し、テクスチャのX方向の縮小比率及びY方向の縮小比率に対応してそれぞれ独立にX方向及びY方向のテクスチャデータの高周波数成分を減衰処理する請求項4に記載のテクスチャ表示装置。

【請求項6】 前記逆量子化部はテクスチャの縮小比率が大きい程、より多くの高周波数成分を減衰処理する請求項4又は請求項5に記載のテクスチャ表示装置。

【請求項7】 前記記憶部に記憶されるテクスチャデータの逆量子化係数が小さいほどテクスチャデータに長いビット長を割り当て、逆量子化係数が大きくなるに従い次第に短いビット長を割り当てる請求項1乃至請求項6のうち何れか1項に記載のテクスチャ表示装置。

【請求項8】 空間周波数成分毎に直交変換されたテクスチャデータを予め用意しておき、テクスチャを表示する際にテクスチャの縮小比率に対応してテクスチャデータの高周波数成分を減衰処理した後、当該テクスチャデータを逆変換し、所望の補完処理でテクスチャを表示するテクスチャ表示方法。

【請求項9】 空間周波数成分毎に直交変換し、さらに量子化したテクスチャデータを予め用意しておき、テクスチャを表示する際にテクスチャデータの高周波数成分に相当する逆量子化係数の値をテクスチャの縮小比率に

対応して小さい値に設定することで当該高周波数成分を減衰するように逆量子化を行い、さらに当該テクスチャデータを逆変換した後、所望の補完処理でテクスチャを表示するテクスチャ表示方法。

【請求項10】 テクスチャに対して互いに直交するXY方向を規定し、テクスチャのX方向の縮小比率及びY方向の縮小比率に対応してそれぞれ独立にX方向及びY方向のテクスチャデータの高周波数成分を減衰処理する請求項8又は請求項9に記載のテクスチャ表示方法。

【請求項11】 テクスチャの縮小比率が大きい程、より多くの高周波数成分を減衰処理する請求項8乃至請求項10のうち何れか1項に記載のテクスチャ表示方法。

【請求項12】 空間周波数成分毎に直交変換されたテクスチャデータの逆量子化係数が小さいほどテクスチャデータに長いビット長を割り当て、逆量子化係数が大きくなるに従い次第に短いビット長を割り当てる請求項8乃至請求項11のうち何れか1項に記載のテクスチャ表示方法。

【請求項13】 コンピュータに請求項8乃至請求項12のうち何れか1項に記載の方法を実行させるプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は画像表示技術に係わり、特に、テクスチャ(texture)の縮小表示技術に関する。

【従来の技術】コンピュータグラフィックスの分野では、テクスチャを画面に縮小表示する技術として、例えば、特開平11-250280号公報、特開平11-175739号公報、特開平10-307925号公報、特開平9-231383号公報に開示されているように、ミップマップテクスチャを利用する手法が知られている。ミップマップテクスチャとは、原寸のテクスチャの等倍から1画素までのサイズを $1/2$ べき乗ずつ縮小して作成されたテクスチャをいう。この技術によれば、予めミップマップテクスチャをメモリに記憶しておき、テクスチャをマッピングするときにオブジェクトのサイズとテクスチャのサイズの比率から適切な縮小比率のミップマップテクスチャを選択してこれをポリゴンにマッピングする。

【発明が解決しようとする課題】しかし、ミップマップテクスチャを用意すると、テクスチャデータのデータ量が33%増加する問題が生じる。高精細な画像を表示するためにはテクスチャの種類が増加するため、限られたメモリ空間を考慮するとテクスチャデータのデータ量は少ない方が望ましい。一方、テクスチャを画面に縮小表示する技術として、ミップマップテクスチャを用いる手法の他に、テクスチャデータを線形補完処理することで、テクスチャの拡大・縮小処理をする手法が考えられる。上記線形補完処理として、最近傍補間、バイリニア補間(隣接する4点間での線形補間)、キュービックス

ブライン補間（近傍の16点をスブライン補間）等がある。これらは、いずれも拡大、縮小した際のテクスチャデータのデータ間隔が、もとのデータ間隔に対して、どれだけになるかを計算し、これをもとに、補間点が原テクスチャのどこに位置するかを求め、その点の値を各種の補間法で求めるものである。しかし、上記線形補完処理では、テクスチャの縮小表示の際にエイリアシングが生じる問題がある。原因はデータ補完の際のサンプリング周波数で定まるナイキスト周波数よりも高い周波数成分がテクスチャデータに含まれている場合に、ナイキスト周波数より高周波数成分が折り返されてエイリアス（偽像）を生じさせるスペクトルになるためである。この様な場合の対策としてサンプリング周波数を小さくすることが考えられるが、ハードウェア上の制限がある場合はこの方法を採用できない。他の方法として、ローパスフィルタを通すことによりスペクトラムの折り返し部分を低減させ、エイリアスを減らすことが考えられるが、この方法では大掛かりな2次元ローパスフィルタ回路を構成する必要があることに加え、テクスチャデータの有効な成分も除去しかねないという問題がある。そこで本発明はテクスチャを縮小表示する際のエイリアスの抑制とテクスチャデータのデータ量の少容量化を図ることを課題とする。

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するべく、本発明では空間周波数成分毎に直交変換（符号化）されたテクスチャデータを予め用意しておき、テクスチャを表示する際にテクスチャの縮小比率に対応してテクスチャデータの高周波数成分を減衰処理した後、前記テクスチャデータを逆変換（復号化）し、所望の補完処理でテクスチャを表示する。かかる手順により、テクスチャデータに含まれている高周波数成分はテクスチャの縮小表示の際に予め減衰処理されるため、エイリアスの発生を抑制することができる。また、本発明によれば、ミップマップテクスチャを用意する必要がないため、テクスチャデータのデータ量の少容量化を実現することができる。また、本発明の他の形態によれば、空間周波数成分毎に直交変換し、さらに量子化したテクスチャデータを予め用意しておき、テクスチャを表示する際にテクスチャデータの高周波数成分に相当する逆量子化係数の値をテクスチャの縮小比率に対応して小さい値に設定することで当該高周波数成分を減衰するように逆量子化を行い、さらに当該テクスチャデータを逆変換した後、所望の補完処理でテクスチャを表示する。また、本発明においてはテクスチャに対して互いに直交するXY方向を規定し、テクスチャのX方向の縮小比率及びY方向の縮小比率に対応してそれぞれ独立にX方向及びY方向のテクスチャデータの高周波数成分を減衰処理することが可能である。かかる手法により、X方向及びY方向の縮小比率に応じた適切な縮小表示を実現することができる。また、空間周波数成分毎に直交変換されたテクスチャデー

タのビットアサインについて、逆量子化係数が小さいほどテクスチャデータに長いビット長を割り当て、逆量子化係数が大きくなるに従い次第に短いビット長を割り当てることで、高周波数成分のデータ量を少なくすることでテクスチャデータ全体のデータ量の削減を実現することができる。また、本発明によれば、上記手順を実行させるプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することができる。ここで、記録媒体とは、何らかの物理的手段により画像処理プログラム等が記録されているものであって、コンピュータ、特に、専用プロセッサ（例えば、ビデオディスプレイプロセッサ）等に所望の機能を実現させることができるものをいう。従って、何らかの手段でコンピュータにダウンロードし、所望の機能を実現させるものであればよい。例えば、ROM、フレキシブルディスク、ハードディスク、CD-ROM、CD-R、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、PDディスク、MDディスク、MOディスク等の情報記録媒体を含む。有線又は無線の通信回線（公衆回線、データ専用線、衛星回線等）を介してホストコンピュータからデータの転送を受ける場合も含むものとする。いわゆるインターネットもここでいう記録媒体に含まれるものとする。尚、本明細書における「…部」はテクスチャデータの処理手順において実現される概念であり、必ずしも特定のハードウェアやソフトウェアルーチンに1対1には対応してはいない。同一のハードウェア要素が複数の「…部」を実現する場合もあれば、複数のハードウェア要素の関連で1つの「…部」を実現する場合もある。

【発明の実施の形態】以下、各図を参照して本実施の形態について説明する。図1にゲーム装置のブロック図を示す。同図に示すように、本ゲーム装置は主にCPUブロック10、メインバス20、VDP（ビデオディスプレイプロセッサ）30、テクスチャメモリ36、フレームメモリ37、及びTVモニタ38を備えて構成されている。CPUブロック10は、メインCPU11、ROM12、RAM13、パッドインタフェース（パッドI/F）14、コントロールパッド15、CD-ROMインタフェース（CD-ROM I/F）16、及びCD-ROM17を備えて構成されている。CPUブロック10は遊戯者の入力操作に対応してゲームプログラムの実行を制御し、さらにはTVモニタ38へ表示されるテクスチャの縮小比率等をVDP30へ指定する。ゲームプログラムやオブジェクトにマッピングするためのテクスチャデータ、ポリゴン形状やそのテクスチャ等を指定するパラメータ等はCD-ROM17に格納されており、上記プログラムやパラメータ等はCD-ROM I/F16を介してRAM12のワークエリアへ転送される。メインCPU11は遊戯者が操作するコントロールパッド15の入力信号に対応してRAM13へ転送された上記プログラムを実行するとともに、上記パラメータ

に基づいてポリゴン描画コマンドをVDP30へ適宜指定する。また、CD-ROM17に格納されたテクスチャデータはメインバス20、メインバス1/F31、及びテクスチャ処理部32を経てテクスチャメモリ36へ転送される。CD-ROM17からテクスチャメモリ36へ転送されたテクスチャデータは予めDCT（離散コサイン変換）及び量子化処理がなされている。テクスチャメモリ36へ格納されたテクスチャデータのビットアサインは、図3に示すように、直流成分（図中左上）について8ビットとし、低周波数成分から高周波数成分（図中右下）にかけて、7ビット、6ビット、…、2ビット、1ビットが割り当てられている。このように、高周波数成分のビットアサインを少なくすることで、テクスチャの縮小表示における不要な高周波数成分のデータ量を予め削減することができ、全てのDCT係数について8ビットを付与していた場合に比べてデータ量を47%削減することができる。勿論、ビットアサインの仕方は同図に示したパターンに限らず、量子化係数に応じて割り当てて良い。VDP30はメインバスインタフェース（メインバス1/F）31、テクスチャ処理部32、描画処理部33、フレームメモリ制御部34、及び表示処理部35を備えて構成されている。VDP30はTVモニタ38への画像表示を制御するプロセッサである。ポリゴンの描画コマンドはメインバス1/F31を介してメインCPU11から描画処理部33へ供給される。テクスチャ処理部32はテクスチャの画像表示の際にポリゴンの描画コマンドに基づいて描画処理部33から指定されるテクスチャの縮小比率に対応して当該テクスチャデータを逆量子化、及び逆DCT処理を実行し、処理結果を描画処理部33へ転送する。描画処理部33はバイリニア補間等の補完処理をして所望の比率に縮小されたテクスチャのテクスチャデータを生成し、処理結果をフレームメモリ制御部34へ転送する。フレームメモリ制御部34はこのテクスチャデータに基づいてフレームバッファ37にピクセルデータを書き込むとともに、画像更新期間に同期してピクセルデータを読み出し、表示処理部35へピクセルデータを転送する。表示処理部35はピクセルデータのD/A変換、ビデオ信号生成処理等を行い、TVモニタ38へ画像表示を行う。次に、図2を参照してテクスチャ処理部32の詳細な構成について説明する。テクスチャ処理部32は内部にテクスチャメモリ制御部41、空間周波数制限器42、逆量子化器43、及び逆DCT器44を備える。空間周波数制限器42はテクスチャの縮小比率に対応してテクスチャメモリ36に格納されているテクスチャデータの逆量子化テーブル値をフィルタ処理する（フィルタ処理の詳細については後述する）。逆量子化テーブルは、DCT及び量子化されたテクスチャデータを逆量子化するための逆量子化係数をマトリクス状（例えば、 8×8 個）に配置したテーブルである。テクスチャメモリ制御部41は予め

DCT及び量子化されたテクスチャデータをテクスチャメモリ36から読み出し、逆量子化器43へ転送する。逆量子化器43は空間周波数制限器42から供給されるフィルタ処理された逆量子化テーブルに基づいてテクスチャデータの逆量子化を行い、処理結果を逆DCT器44へ転送する。逆DCT器44は当該テクスチャデータに対して逆DCTを施し、処理結果を描画処理部33へ転送する。次に、空間周波数制限器42の詳細な構成について説明する。空間周波数制限器42は内部に逆量子化係数メモリ51、及び高周波数成分減衰演算器52を備える。逆量子化係数メモリ51には個々のテクスチャデータに対応した逆量子化テーブルがそれぞれ既定値として設定されている。高周波数成分減衰演算器52は逆量子化係数メモリ51から逆量子化テーブルを読み出し、描画処理部33から指定されるテクスチャの縮小比率に対応して逆量子化テーブルにフィルタ処理を行い、逆量子化係数の高周波数成分を減衰処理する。高周波数成分減衰演算器52はテクスチャの縮小比率に基づいてフィルタマトリクスを生成し、逆量子化テーブルをフィルタ処理する。フィルタ処理の結果、逆量子化器43で逆量子化されるテクスチャデータの高周波数成分は減衰処理されるため、描画処理部33における線形補完の際にエイリアスが生じる不都合を回避することができる。尚、逆量子化テーブルはテクスチャの描画の際に設定してもよく、描画の前に予め設定しておいてもよい。ここで、図4乃至図6を参照して上記フィルタ処理について説明する。図4は逆量子化係数メモリ51に既定値として登録されている逆量子化テーブルであり、 i 行 j 列に位置する (i, j) 成分（逆量子化係数）を Q_{ij} で記す。本実施形態では 8×8 画素単位で処理するため、 $1 \leq i \leq 8, 1 \leq j \leq 8$ となる。図5はフィルタマトリクスであり、その (i, j) 成分を F_{ij} で記す。フィルタマトリクスは逆量子化テーブルの特に高周波数成分に対応する逆量子化係数をより小さい値或いは“0”にする（減衰処理）ためのマトリクスであり、各 F_{ij} （ $1 \leq i \leq 8, 1 \leq j \leq 8$ ）は、 $0 \leq F_{ij} \leq 1$ の関係を満たす。図6はフィルタ処理後の逆量子化テーブルであり、その (i, j) 成分は逆量子化テーブルとフィルタマトリクスのそれぞれに対応する (i, j) 成分同士を掛け算したものである。従って、その (i, j) 成分は $Q_{ij} \cdot F_{ij}$ で記述することができる。フィルタ処理の具体例について図7乃至図10を参照して説明する。まず、テクスチャの縮小比率を定義する。テクスチャに対して互いに直交するX方向（縦方向）及びY方向（横方向）を設定したとき、両方向とも 2^n 倍でテクスチャを縮小表示する場合を $LOD=n$ と定める。 $LOD=0$ のとき、即ち、図7(A)に示すように、テクスチャを等倍のまま画像表示する場合は、高周波数成分を減衰処理する必要がないため、フィルタマトリクスの全成分 F_{ij} （ $1 \leq i \leq 8, 1 \leq j \leq 8$ ）を“1”にする。一

方、 $LOD=1$ のとき、即ち、同図(B)に示すように、テクスチャをX方向及びY方向に対して $1/2$ 倍にして画像表示する場合は、 $F_{0,j}$ ($1 \leq j \leq 8$)及び $F_{1,i}$ ($1 \leq i \leq 7$)を“0”にし、他の成分を“1”にする。また、 $LOD=2$ のとき、即ち、同図(C)に示すように、テクスチャをX方向及びY方向に対して $1/4$ 倍にして画像表示する場合は、 $F_{0,j}$ ($1 \leq j \leq 8$)、 $F_{1,i}$ ($1 \leq i \leq 6$)、及び $F_{2,i}$ ($1 \leq i \leq 6$)を“0”にし、他の成分を“1”にする。このように、 LOD 値に対応して逆量子化テーブルの高周波数成分に対応するフィルタマトリクスの各成分を“0”にすること、即ち、テクスチャデータの高周波数成分をカットすることで、描画処理部33における補完処理の際にサンプリング周波数で定まるナイキスト周波数よりも高周波数の成分を予めカットすることができるため、エイリアスの発生を防ぐことができる。また、本発明においては LOD 値は整数のみならず、小数を含む正数に対しても適用することができる。例えばテクスチャをX方向及びY方向に対して $2^{-0.5}$ 倍にして画像表示する場合、即ち、 $LOD=0.5$ の場合は、図8(A)に示すように、 $F_{0,j}$ ($1 \leq j \leq 8$)及び $F_{1,i}$ ($1 \leq i \leq 7$)を“0.5”にし、他の成分を“1”にする。また、テクスチャをX方向及びY方向に $2^{-1.3}$ 倍にして画像表示する場合、即ち、 $LOD=1.3$ の場合は、図8(B)に示すように、 $F_{0,j}$ ($1 \leq j \leq 8$)及び $F_{1,i}$ ($1 \leq i \leq 7$)を“0”にし、 $F_{2,i}$ ($1 \leq i \leq 6$)を“0.7”にし、他の成分を“1”にする。ここで、X方向及びY方向に対してそれぞれ 2^{-x} 倍にして画像表示する場合に対してフィルタマトリクスの

(i, j)成分を求める式を一般化すると、下式が得られる。

$$F_{i,j} = \min \{ S(1 - (n - (8 - i))) , S(1 - (n - (8 - j))) \}$$

ここで、関数 $S(x)$ は、 $x \leq 0$ のときに“0”の値を採り、 $0 < x < 1$ のときに“x”の値を採り、 $1 \leq x$ のときに“1”の値を採るものとする。また、関数 $\min\{x, y\}$ は $x < y$ のときに“x”の値を採り、 $y \leq x$ のときに“y”の値を採るものとする。このように、本発明によれば、任意の大きさのテクスチャ表示が可能であるため、従来技術のように適当な縮小比率のミップマップテクスチャが無い場合に、近似のミップマップテクスチャを複数選択して線形補完処理をする必要がない。また、本発明においては、X方向及びY方向の各々の空間周波数を独立して制御することができる。例えば、X方向に対してテクスチャを 2^{-n} 倍に縮小する場合には、 $LODX=n$ と定義し、Y方向に対してテクスチャデータを 2^{-m} 倍に縮小する場合には、 $LODY=m$ と定義する。例えば、 $LODX=1$ 、 $LODY=0$ のとき、即ち、テクスチャをX方向にのみ $1/2$ 倍で表示す

るときは、図9(A)に示すように、 $F_{1,i}$ ($1 \leq i \leq 8$)を“0”にし、他の成分を“1”にする。また、 $LODX=0$ 、 $LODY=1$ のとき、即ち、テクスチャをY方向にのみ $1/2$ 倍で表示するときは、同図(B)に示すように、 $F_{0,j}$ ($1 \leq j \leq 8$)を“0”にし、他の成分を“1”にする。また、 $LODX=1$ 、 $LODY=2$ のとき、即ち、テクスチャをX方向に対して $1/2$ 倍、Y方向に対して $1/4$ 倍で表示するときは、同図(C)に示すように、 $F_{0,j}$ ($1 \leq j \leq 8$)、 $F_{1,i}$ ($1 \leq i \leq 6$)を“0”にし、他の成分を“1”にする。このように、 $LODX$ 値及び $LODY$ 値に対応してそれぞれ独立にX方向及びY方向に対してテクスチャデータの空間周波数成分を制限することで、それぞれの縮小比率に適した高周波数成分を減衰処理することができる。また、従来ではX方向及びY方向に対してそれぞれ独立に縮小比率を変えたテクスチャを利用する手法として、リップマップ(LIPMAP)という手法が知られているが、かかる手法では最大テクスチャデータ量は原テクスチャデータ量の300%多く必要である。これに対し、本発明によれば、リップマップ手法に比べて約87%のデータ量の削減を実現することができる。また、本発明においては $LODX$ 値及び $LODY$ 値は整数のみならず、小数を含む正数に対しても適用することができる。例えば、 $LODX=0.5$ 、 $LODY=1.3$ のとき、即ち、テクスチャをX方向に対して $2^{-0.5}$ 倍、Y方向に対して $2^{-1.3}$ 倍で表示するときは、図10(A)に示すように、 $F_{0,j}$ ($1 \leq j \leq 8$)を“0”にし、 $F_{2,i}$ ($1 \leq i \leq 7$)を“0.7”にし、 $F_{1,i}$ ($1 \leq i \leq 7$)を“0.5”にし、他の成分を“1”にする。この場合、 $F_{0,i}$ は $LODX=0.5$ の値を参照すれば“0.5”になり、 $LODY=1.3$ の値を参照すれば“0”になるが、本例ではより小さい値、即ち、“0”を採用するものとする。同様に、 $F_{2,i}$ は $LODX=0.5$ の値を参照すれば“0.5”になり、 $LODY=1.3$ の値を参照すれば“0.7”になるが、より小さい方の値を採用して“0.5”とする。但し、フィルタ係数の特定の成分の値が $LODX$ 値から求めた値と $LODY$ 値から求めた値が相違する場合は、上記のようにより小さい方の値を採用する他に、両者の平均値や両者の積の平方根等を採用することもできる。また、 $LODX=2.4$ 、 $LODY=1.3$ のとき、即ち、テクスチャをX方向に対して $2^{-2.4}$ 倍、Y方向に対して $2^{-1.3}$ 倍で表示するときは、同図(B)に示すように、 $F_{0,j}$ ($1 \leq j \leq 8$)を“0”にし、 $F_{2,i}$ ($1 \leq i \leq 5$)を“0.7”にし、 $F_{1,i}$ ($1 \leq i \leq 7$)及び $F_{3,i}$ ($1 \leq i \leq 7$)を“0”にし、 $F_{2,i}$ ($1 \leq i \leq 7$)を“0.6”にし、他の成分を“1”にする。この場合、 $F_{0,i}$ は $LODX=2.4$ の値を参照すれば“0.6”になり、 $LODY=1.3$ の値を参照すれば“0”になるが、本例

ではより小さい値、即ち、“0”を採用するものとする。同様に、 $F_{i,j}$ は $LODX=2.4$ の値を参照すれば“0.6”になり、 $LODY=1.3$ の値を参照すれば“0.7”になるが、本例ではより小さい値、即ち、“0.6”を採用するものとする。ここで、 $LODX=n$ 、 $LODY=m$ とする場合に対してフィルタマトリクスの (i,j) 成分を求める式を一般化すると、下式が得られる。

$$F_{i,j} = \min \{ S(1 - (n - (8 - i))) , S(1 - (m - (8 - j))) \}$$

以上、説明したように、本実施形態によれば、テクスチャを縮小表示する際に、線形補完処理等のサンプリング周波数で定まるナイキスト周波数成分以上の高周波数成分を予めフィルタ処理で減衰処理することで、エイリアスの発生を防ぐことができる。また、本実施形態によれば、ミップマップテクスチャを用意する必要があるため、ミップマップ手法を用いていた従来の手法と比べてテクスチャデータのデータ量を削減することができる。また、本実施形態によれば、テクスチャのX方向及びY方向に対してそれぞれ独立に空間周波数成分を制御できるため、例えば、X方向にのみ縮小表示する場合でもX方向のみの高周波数成分をフィルタ処理で減衰処理することができる。また、テクスチャメモリ36へ予めDCT及び量子化されたテクスチャデータを格納し、画像を描画する際のテクスチャデータの逆DCT処理にフィルタ処理を含む事ができ、VDPの演算負荷を低減することができる。また、テクスチャメモリ36へ格納されるテクスチャデータのビットアサインについて、逆量子化係数に応じて短いビット長を割り当てることでテクスチャメモリ36へ格納されるテクスチャデータのデータ量を削減することができる。これは、テクスチャを縮小表示する際に、縮小比率に対応して高周波数成分がフィルタ処理で減衰処理されるため、予め高周波数成分に割り当てられるデータ量を少なくしたものである。尚、テクスチャデータとしてカラーデータを採用する場合は、輝度情報Yと色差情報Cb、Crの標本化周波数の比を例えば4:2:2、4:1:1等に設定することでテクスチャデータの圧縮率を高めることができる。この場合は輝度信号用逆量子化テーブルと色差信号用逆量子化テーブルを用意し、テクスチャの縮小比率に対応してそれぞれフィルタ処理をすることもできる。また、上記の説明ではテクスチャデータを空間周波数成分毎に直交変換す

る例として、離散コサイン変換を説明したが、離散フーリエ変換(DFT)、ウェーブレット変換等を用いてもよい。また、本明細書において、テクスチャデータとは、ポリゴンの表面にレンダリングされる模様を表す画像データのみならず、画面に描画される任意の画像(例えば、キャラクタやオブジェクト等の前景画、バックに描かれる背景画等)を描画するための画像データを意味するものとする。

【発明の効果】本発明によれば、テクスチャを縮小表示する際に、縮小比率に対応してテクスチャデータの高周波数成分を予め減衰処理することで、エイリアスの発生を防ぐことができる。また、本発明によれば、テクスチャの縮小表示の際にミップマップテクスチャを用意する必要がないため、縮小表示に必要なテクスチャデータのデータ量を削減することができる。また、本発明によれば、テクスチャのX方向及びY方向に対してそれぞれ独立にテクスチャデータの空間周波数成分を制御できるため、X方向及びY方向の縮小比率に応じたテクスチャの適切な縮小表示を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ゲーム装置のブロック図である。

【図2】テクスチャ処理部のブロック図である。

【図3】テクスチャデータのビットアサインの説明図である。

【図4】フィルタ処理前の逆量子化テーブルの説明図である。

【図5】フィルタマトリクスの説明図である。

【図6】フィルタ処理後の逆量子化テーブルの説明図である。

【図7】フィルタ処理の説明図である。

【図8】フィルタマトリクスの具体例である。

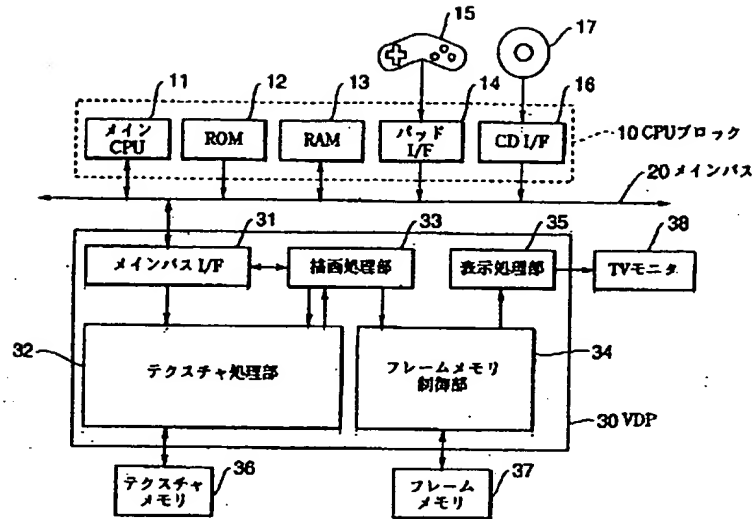
【図9】フィルタ処理の説明図である。

【図10】フィルタマトリクスの具体例である。

【符号の説明】

30…VDP、31…メインバスI/F、32…テクスチャ処理部、33…描画処理部、34…フレームメモリ制御部、35…表示処理部、36…テクスチャメモリ、37…フレームメモリ、38…TVモニタ、41…テクスチャメモリ制御部、42…空間周波数制限器、43…逆量子化器、44…逆DCT器、51…逆量子化係数メモリ、52…高周波数成分減衰演算器

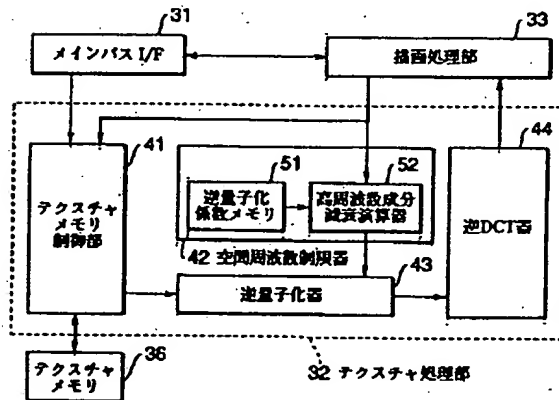
【図1】



【図3】

8	7	7	6	6	5	5	4
7	7	6	6	5	5	4	4
7	8	6	5	5	4	4	3
6	6	5	5	4	4	3	3
6	5	5	4	4	3	3	2
5	5	4	4	3	3	2	2
5	4	4	3	3	2	2	1
4	4	3	3	2	2	1	1

【図2】



【図4】

Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18
Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28
Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36	Q37	Q38
Q41	Q42	Q43	Q44	Q45	Q46	Q47	Q48
Q51	Q52	Q53	Q54	Q55	Q56	Q57	Q58
Q61	Q62	Q63	Q64	Q65	Q66	Q67	Q68
Q71	Q72	Q73	Q74	Q75	Q76	Q77	Q78
Q81	Q82	Q83	Q84	Q85	Q86	Q87	Q88

逆量子化テーブル
(フィルタ処理前)

【図5】

F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18
F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28
F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
F41	F42	F43	F44	F45	F46	F47	F48
F51	F52	F53	F54	F55	F56	F57	F58
F61	F62	F63	F64	F65	F66	F67	F68
F71	F72	F73	F74	F75	F76	F77	F78
F81	F82	F83	F84	F85	F86	F87	F88

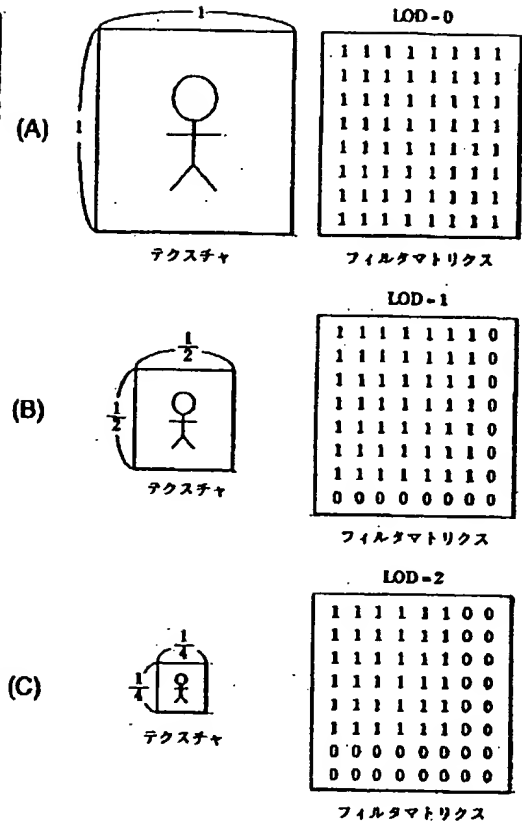
フィルタマトリクス

【図6】

Q11F11Q12F12Q13F13Q14F14Q15F15Q16F16Q17F17Q18F18
Q21F21Q22F22Q23F23Q24F24Q25F25Q26F26Q27F27Q28F28
Q31F31Q32F32Q33F33Q34F34Q35F35Q36F36Q37F37Q38F38
Q41F41Q42F42Q43F43Q44F44Q45F45Q46F46Q47F47Q48F48
Q51F51Q52F52Q53F53Q54F54Q55F55Q56F56Q57F57Q58F58
Q61F61Q62F62Q63F63Q64F64Q65F65Q66F66Q67F67Q68F68
Q71F71Q72F72Q73F73Q74F74Q75F75Q76F76Q77F77Q78F78
Q81F81Q82F82Q83F83Q84F84Q85F85Q86F86Q87F87Q88F88

逆量子化テーブル
(フィルタ処理後)

【図7】



【図8】

(A)

LOD-0.5									
1	1	1	1	1	1	1	0.5		
1	1	1	1	1	1	1	0.5		
1	1	1	1	1	1	1	0.5		
1	1	1	1	1	1	1	0.5		
1	1	1	1	1	1	1	0.5		
1	1	1	1	1	1	1	0.5		
1	1	1	1	1	1	1	0.5		
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		

(A)

【図10】

LODX-0.5
LODY-1.3

1	1	1	1	1	1	1	0.5
1	1	1	1	1	1	1	0.5
1	1	1	1	1	1	1	0.5
1	1	1	1	1	1	1	0.5
1	1	1	1	1	1	1	0.5
1	1	1	1	1	1	1	0.5
0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5
0	0	0	0	0	0	0	0

LOD = 1.3

1	1	1	1	1	1	0.7	0
1	1	1	1	1	1	0.7	0
1	1	1	1	1	1	0.7	0
1	1	1	1	1	1	0.7	0
1	1	1	1	1	1	0.7	0
1	1	1	1	1	1	0.7	0
1	1	1	1	1	1	0.7	0
0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0
0	0	0	0	0	0	0	0

(B)

LODX-2.4
LODY-1.3

1	1	1	1	1	0.6	0	0
1	1	1	1	1	0.6	0	0
1	1	1	1	1	0.6	0	0
1	1	1	1	1	0.6	0	0
1	1	1	1	1	0.6	0	0
1	1	1	1	1	0.6	0	0
1	1	1	1	1	0.6	0	0
0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

(A)

テクスチャ

LODX = 1
LODY = 0

1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0

フィルタマトリクス

(B)

テクスチャ

LODX = 0
LODY = 1

1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0

フィルタマトリクス

(C)

テクスチャ

LODX = 1
LODY = 2

1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

フィルタマトリクス